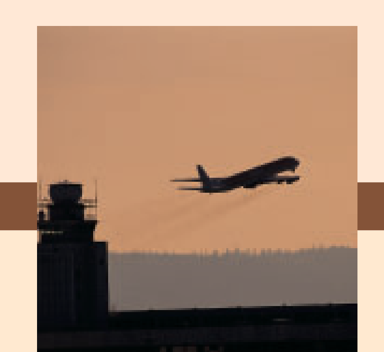


Incidents en transport aérien

Numéro 1 - janvier 2004

Edito

Le souci de la sécurité et la lutte contre les accidents sont des priorités du transport aérien. Les nombreuses réflexions menées sur ce sujet montrent que le travail sur les incidents est un moyen d'identifier des problèmes liés à la sécurité et d'anticiper des solutions. A différents niveaux, constructeurs, exploitants, contrôle aérien, aéroports, des systèmes de retour d'expérience ont été mis en place. Pour faire suite à des recommandations de l'OACI et de la Commission européenne, un système de traitement des incidents au niveau des Etats doit venir compléter cette démarche. L'arrêté du 18 avril 2003, définissant la liste des incidents qui doivent être déclarés au BEA en est le point de départ. Sur la base des événements notifiés et le cas échéant des rapports internes des exploitants, le BEA sélectionne des événements qui mettent en évidence des enseignements de sécurité susceptibles d'intéresser le plus grand nombre. Un travail de validation, de recherches supplémentaires et de mise en forme est alors effectué pour, au final, présenter ces événements dans cette publication et sur le site internet du BEA. De cette manière, les enseignements tirés de ces incidents pourront être largement diffusés et utilisés, l'objectif étant de tirer au mieux parti de cette mine d'informations que sont les rapports d'incidents.

Cette publication achève la mise en place de ce système. Les incidents qui y sont présentés sont issus de compte-rendus adressés au BEA dans les derniers mois. Le travail d'enquête, effectué en étroite collaboration avec les exploitants et les constructeurs, a permis de faire ressortir les circonstances et les causes d'événements qui ont tous pour point commun d'être survenus en conditions givrantes.

La neige et la glace ont été à l'origine de nombreux accidents à travers le monde[1]. Même si les risques sont bien identifiés et très largement connus, certaines circonstances peuvent conduire à des décisions influencées par des appréciations sous-estimées ou des biais de confirmation, se traduisant par des situations inattendues pour les équipages. De telles situations sont illustrées dans ce premier numéro.

[1] Voir, entre autres :
B737 Washington (USA), 13 janvier 1982
F28 Dryden (Canada), 10 mars 1989
MD-81 Götrorra (Suède), 27 décembre 1991
ATR 42 Roselawn (USA), 25 octobre 1998

BEA
Bureau d'Enquêtes et d'Analyses
pour la sécurité de l'aviation civile

Bâtiment 153
Aéroport du Bourget
93352 Le Bourget Cedex
FRANCE
Tél. : +33 (1) 49 92 72 00
Fax : +33 (1) 49 92 72 03
incidents@bea.aero

Sommaire :

Les incidents décrits ont été désidentifiés, c'est-à-dire que les renseignements relatifs aux personnes, à la date, au lieu, à l'exploitant, et dans la plupart des cas, au type d'aéronef, ne sont pas mentionnés. Seuls le contenu et la représentativité en terme de sécurité sont pris en compte et ceci pour que les enseignements puissent être le plus possible généralisés.

Blocage des volets en approche

Déroulement du vol

Un Embraer 135 effectue un vol hivernal. Il neige et la température au sol est de 0 °C. Un dégivrage de l'avion est effectué au point de stationnement avec une solution composée de 75 % de fluide type II et de 25 % d'eau. L'avion étant au contact d'une passerelle côté gauche, le véhicule de dégivrage se positionne à l'arrière de l'aile qu'il arrose en partant du bord de fuite. Environ cinq minutes après cette opération, l'équipage sort les volets et décolle. La rentrée des volets et le vol se déroulent sans anomalie.

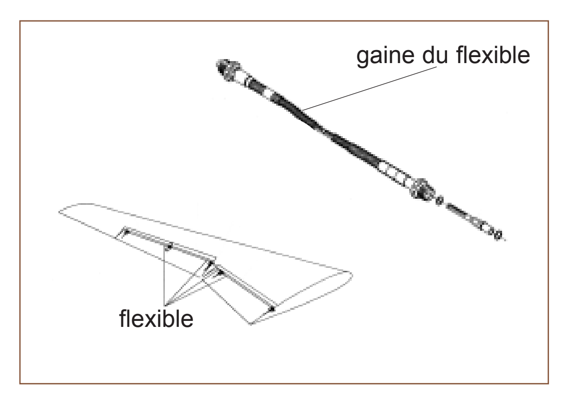
En approche, alors que l'équipage commande la sortie des volets, un message « FLAP FAIL » indiquant la perte totale du système de volets apparaît à l'EICAS. La check-list correspondante est effectuée. La première approche réalisée en même temps que le traitement de cette panne ne permet pas l'atterrissage. L'équipage remet les gaz, prévient le contrôle de la panne et effectue une nouvelle approche suivie d'un atterrissage volets rentrés (0°).

Renseignements complémentaires

Le message de panne est lié à une défaillance dans la ligne mécanique des volets : flexibles, vis sans fin, freins de transmission. La transmission du mouvement est réalisée par des flexibles constitués de câbles acier/carbone passant dans des gaines en Teflon.

Au cours du démontage de ces flexibles, de l'eau s'est écoulée. C'est cette eau qui, en gelant au cours du vol, entièrement effectué à des températures négatives, a provoqué le blocage de la transmission du mouvement des volets.

L'exploitant a lancé une campagne d'inspection sur tous les flexibles des systèmes de volets. Les services chargés du suivi de navigabilité ont été informés de cet événement et de ses circonstances.



Remarque : il est possible que l'injection sous pression du produit de dégivrage par le bord de fuite ait favorisé cet état. Le manuel OACI sur les activités de dégivrage et d'antigivrage au sol décrit comme méthode habituelle de dégivrage/antigivrage des ailes et stabilisateurs la pulvérisation du liquide du bord d'attaque au bord de fuite et du point le plus élevé de la cambrure au point le plus bas.

Givrage du plan fixe horizontal et de la gouverne de profondeur

Déroulement du vol

Un biturbopropulseur avec un équipage composé d'un instructeur en place droite (TRE/TRI) et d'un commandant de bord en adaptation en ligne en place gauche, totalisant tous deux plus de 1 100 heures sur le type, quitte le parking en début d'après-midi et roule vers le point d'arrêt. Pendant le roulage, il subit une averse de neige d'une durée de cinq minutes environ. L'équipage de conduite constate du poste de pilotage qu'il s'agit de neige fondante qui ne tient pas au contact de l'avion. Après discussion, il décide de ne pas demander le dégivrage de l'avion et poursuit le roulage. L'équipage change de point d'arrêt à cause de l'encombrement de celui initialement prévu. Trois à quatre minutes avant l'arrivée au nouveau point d'arrêt, l'averse de neige s'arrête. Après avoir observé que la neige fond effectivement, l'équipage décolle douze minutes après avoir quitté le parking.

L'instructeur est PF. Le pilote automatique est activé après la rentrée des volets à une altitude de 3 500 pieds. En montée, peu de temps avant d'atteindre le niveau de vol 90, un message « Caution Icing » apparaît. L'équipage effectue la procédure «De-Icing» et se stabilise au niveau de vol 90. Moins d'une minute plus tard, autorisé au niveau 110, il reprend la montée. Il constate, lors des actions « niveau 100 », la présence d'un

message « Pitch Mistrim » et recherche en vain dans le QRH (Quick Reference Handbook), au chapitre commandes de vol, la check-list « Pitch Mistrim ». L'avion ne se stabilisant pas au niveau 110, le PF déconnecte le pilote automatique. Il éprouve des difficultés à mettre l'avion en palier et doit exercer des efforts à piquer importants sur la commande de profondeur, avec le Pitch Trim en butée « down ».

Afin de sortir des conditions givrantes et après autorisation du contrôle, l'équipage monte au niveau de vol 150. Les efforts à appliquer sur les commandes de vol étant toujours importants, un retour sur l'aérodrome de départ est demandé. La descente s'effectue avec le Pitch Trim en butée et les mêmes efforts sur la commande de profondeur. L'atterrissage est envisagé avec un braquage des volets à 15°. Les efforts excessifs diminuent, puis disparaissent en finale lorsque la vitesse est réduite vers 130 nœuds.

Au sol, il est constaté qu'une couche de givre d'environ 0,5 cm recouvre la partie supérieure de la gouverne de profondeur ainsi que le plan fixe horizontal (pas de givre sur le trim de profondeur).

Renseignements complémentaires

Préparation du vol

L'équipage, lors de la préparation du vol, 45 minutes avant le départ, avait retenu les informations météorologiques suivantes :
- risque de neige sur Paris,
- risque de givrage modéré à fort sur Paris (fin du SIGMET une heure trente avant le vol),
- trois aérodromes accessibles à l'arrivée.

Pendant la visite prévol de l'avion, qui était resté trois heures sur l'aire de stationnement, l'instructeur avait constaté :
- qu'il n'y avait pas de neige ou de glace sur l'avion,
- que le sol et l'avion étaient humides.
L'équipage avait pris en compte l'existence de conditions givrantes pour les limitations et le calcul des paramètres.

Interprétation de l'alarme « Pitch Mistrim »

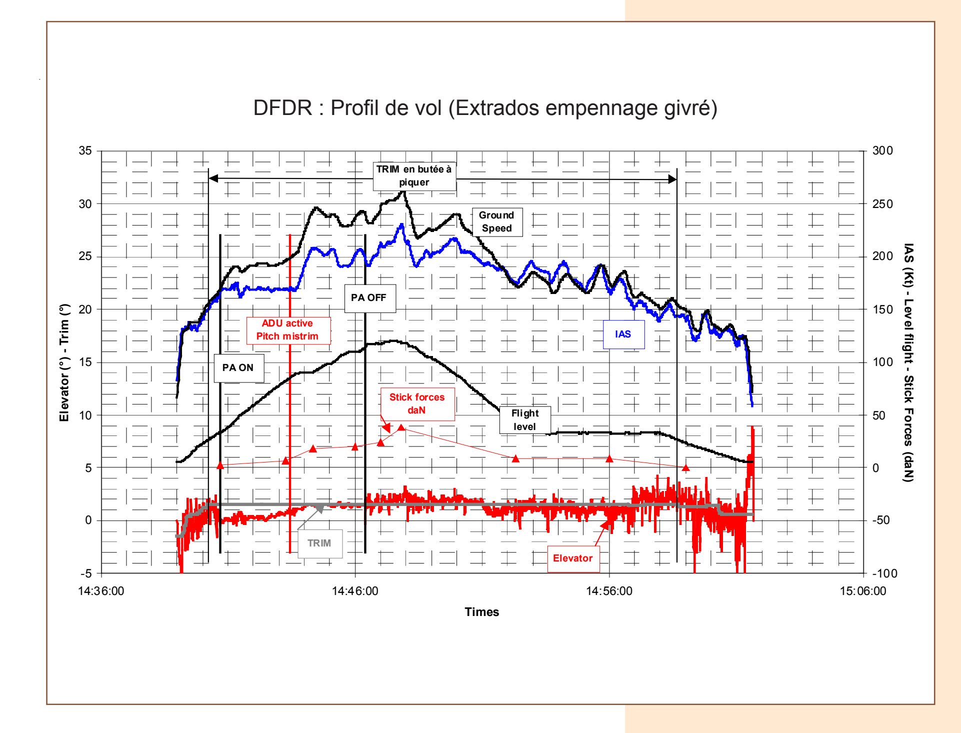
L'analyse des paramètres montre que le trim de profondeur a commencé son déroulement à piquer dès la rotation. Il a atteint la butée « down » avant la rentrée des volets à 2 500 pieds en montée. Il n'a quitté cette position que lors de la diminution de vitesse pendant l'approche.

Le message « Pitch Mistrim » signale que le couple du servomoteur de la gouverne de profondeur délivre pendant plus de dix secondes un équivalent d'effort supérieur à cinq daN. Il indique qu'une situation « hors trim» existera à la déconnexion du pilote automatique. Cela peut se produire lorsque le pitch trim est bloqué « mécaniquement », ou bien lorsqu'il a atteint une butée (down ou up) et que son action est insuffisante pour compenser les efforts délivrés par le moteur du PA sur la gouverne de profondeur.

Explication aérodynamique du phénomène

Le FCOM (manuel d'utilisation du constructeur) précise que, lors d'un décollage avec de la glace résiduelle ou lors d'un givrage fort, le moment de charnière de la profondeur peut être affecté. C'est ce qui s'est passé lors de ce vol, avec comme conséquence un hors trim d'environ 2°.

L'analyse des paramètres du vol permet de vérifier que la stabilité de l'avion n'a pas été affectée car les braquages de la gouverne de profondeur enregistrés ne présentent pas de différences significatives avec les braquages calculés d'un avion non pollué, à masse et centrage identiques.



Description du phénomène

Le contrôle en tangage de l'avion est assuré par un plan fixe horizontal, une gouverne de profondeur et un trim tab (compensateur de profondeur).

Pour bouger ou équilibrer la gouverne de profondeur, le pilote ou le pilote automatique

doit produire un effort qui, au travers d'une cinématique, s'oppose aux forces aérodynamiques qui s'appliquent sur la gouverne et le tab de profondeur. Cet effort contre le moment de charnière de la gouverne de profondeur.

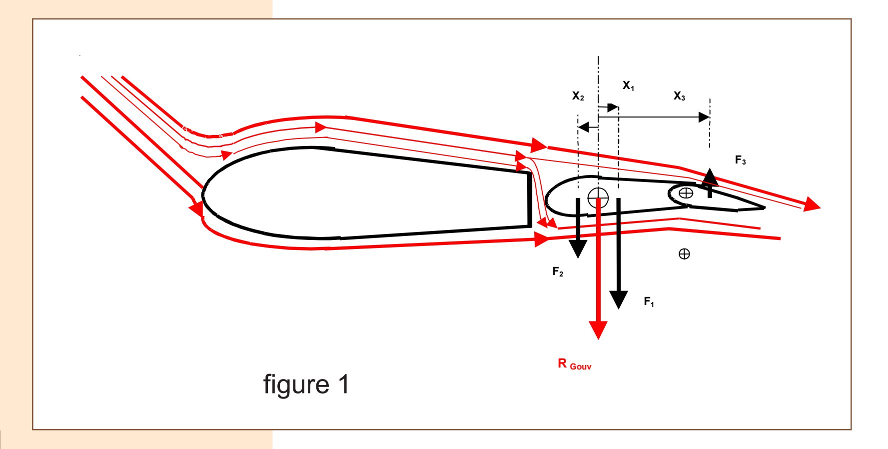


figure 1

Dans le cas où de la glace se forme sur la partie supérieure du plan horizontal et de la gouverne, il y a modification de la couche limite à l'arrière du profil, ce qui a pour effet d'entraîner la gouverne à cabrer.

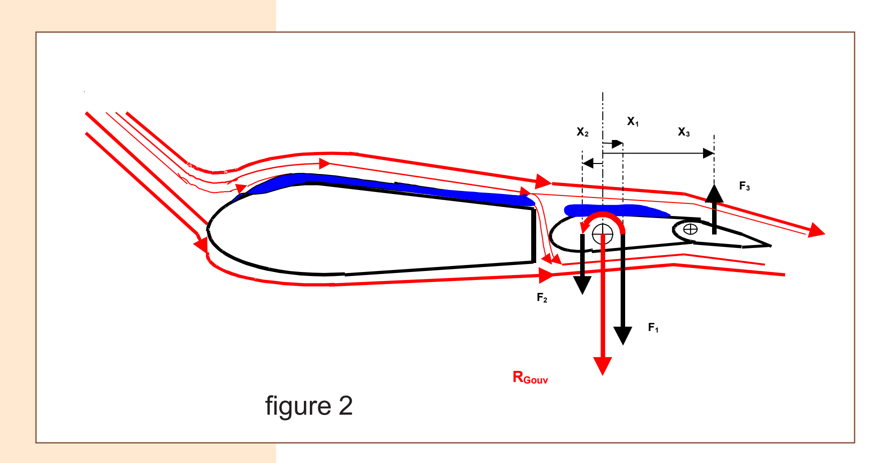


figure 2

Pour rétablir l'équilibre il faut donc mettre davantage de trim à piquer, ce qui réduit la capacité du trim à stabiliser l'avion lorsque la vitesse augmente. Lorsque la butée « down » du trim est atteinte, le moment de charnière de la gouverne ne peut plus être annulé, ce qui augmente les efforts à produire pour diminuer l'assiette de l'avion (cf. figure 3).

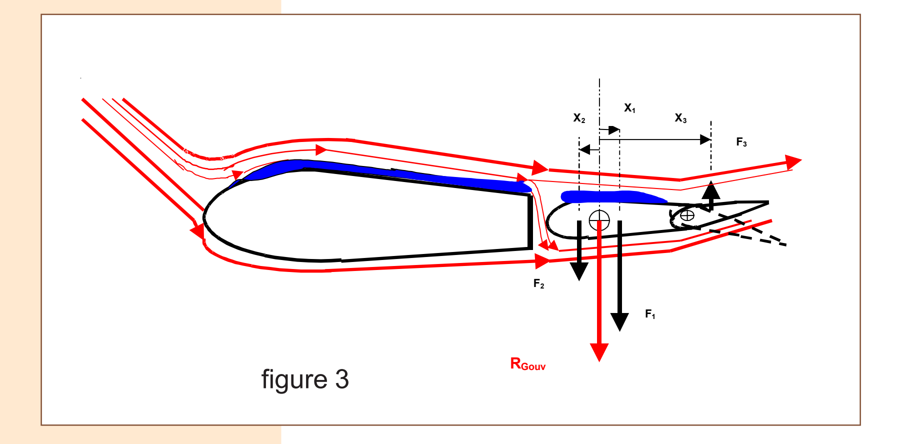


figure 3

Dangers d'un hors trim de profondeur

Outre les difficultés de pilotage évoquées dans la description de l'événement, une disparition brutale de la cause du hors trim de profondeur (par exemple, si la glace située sur la partie supérieure de l'empennage part brutalement) va entraîner la gouverne de profondeur à piquer, augmentant ainsi la vitesse de l'avion. Les efforts de récupération peuvent être importants et cette situation peut conduire à une perte de contrôle.

Le FCOM fournit les précisions suivantes : *le moment de charnière sur la profondeur peut être affecté par des conditions externes. Par expérience, le cas le plus probable semble être celui du décollage avec de la glace résiduelle sur la partie arrière (temps de rémanence du fluide dégivrage /antigivrage dépassé). Le givrage peut également être un facteur.*

Enseignements

A la suite de cet événement, l'exploitant a mis en œuvre le plan d'action correctif suivant :

- Rappel aux équipages sur l'application de la procédure de dégivrage / antigivrage lors d'une chute ou averse de neige pendant le stationnement ou le roulage.

- Modification de la partie B du manuel d'exploitation afin que les équipages de conduite trouvent facilement la check-list correspondant au message « Pitch Mistrim ». L'équipage l'avait recherchée au chapitre commandes de vol alors qu'elle se trouvait au chapitre pilote automatique. On peut noter par ailleurs que, sur un avion de la même famille mais d'une série différente, cette information se trouvait bien au chapitre commandes de vol.

- Sensibilisation des équipages de conduite à ce type d'événement au cours des entraînements réguliers.

Remarque : l'exploitant a par ailleurs déterminé que la masse de givre sur le plan fixe horizontal et sur la gouverne de profondeur entraîne un recul d'environ 5 % du centrage, l'avion restant dans les limites de l'enveloppe de vol.

Blocage de la profondeur par des résidus réhydratés de fluide antigivre

Cet incident a fait l'objet d'un rapport d'enquête publié par le BEA (référence hb-r990192) et disponible sur son site Internet.

Déroulement du vol

Un avion biréacteur effectue son premier vol de la journée par un matin d'hiver. La température est de 2 °C et il pleut faiblement. Lors de la visite prévol le commandant de bord vérifie l'absence de dépôt de givre et de glace. Après le décollage, l'avion pénètre dans les nuages à environ 4 000 pieds et en sort vers 15 000 pieds.
En montée vers le niveau 250, l'alarme « Pitch Trim » (trim profondeur) du PA s'allume. Le copilote est alors PF.

Le commandant de bord modifie la répartition des tâches dans le poste de pilotage. Il reprend le pilotage et la navigation et confie les communications radio au copilote.
Le PA est déconnecté : la colonne de profondeur est trouvée très dure à manœuvrer. Vers le niveau 240 la colonne de profondeur est totalement bloquée.

L'équipage signale au contrôle des problèmes de commandes de vol et demande un demi-tour vers l'aérodrome de départ.

Le contrôleur vers lequel est transféré l'avion éloigne un trafic potentiellement gênant et prévient l'équipage de ne pas hésiter à lui communiquer toute demande d'assistance souhaitée. L'équipage requiert alors la priorité pour l'approche.

Lors d'un nouveau transfert de contrôle, l'ATC demande à l'équipage s'il déclare une emergency ; la réponse est affirmative ; le contrôle demande alors l'affichage de 7700 au transpondeur et fait à nouveau changer l'équipage de fréquence radio.

Le nouveau contrôleur propose des caps radar pour un ILS et demande le nombre de PAX à bord. L'équipage répond et précise que l'urgence est due à un blocage de la profondeur et que l'avion n'est plus pilotable qu'au trim : en effet, en pilotage manuel le CDB contrôle l'avion en tangage grâce au compensateur du stabilisateur. Suspectant un problème de givrage, l'équipage effectue plusieurs dégivrages au cours de la descente.

Un guidage radar pour une longue finale est suggéré à l'équipage qui demande alors un alignement à 12 NM.

L'équipage récupère l'usage de la profondeur à environ mille pieds et atterrit sans dommage dix-sept minutes après l'apparition de l'alarme.



Au sol, des résidus de produit de dégivrage en cours de décongélation sont découverts dans les articulations entre les gouvernes de profondeur et les compensateurs d'évolution.

Renseignements complémentaires

Chaîne de profondeur

Sur le type d'avion considéré, les deux gouvernes de profondeur sont contrôlées par le déplacement de compensateurs d'évolution connectés aux manches par des câbles.

Si le mouvement de ces compensateurs (control tabs) n'est plus libre, le manche ne peut plus être déplacé pour contrôler l'avion en tangage.

Le mouvement en incidence du plan horizontal réglable permet également de contrôler le tangage de l'aéronef. Le système de commande de ce trim est classique par interrupteurs de manche.

L'équipage, ayant subi un blocage de la commande primaire de la profondeur, ne pouvait plus contrôler l'avion en tangage qu'à l'aide du trim stabilisateur.

Caractéristiques des fluides antigivre

Les résidus retrouvés ont été analysés. Ils se composent de gel provenant d'un polymère acrylique utilisé comme épaississant dans les fluides de dé/antigivrage de type II et IV, ainsi que d'une très faible quantité de propylène glycol (inférieure à 1 %), de débris de peinture et d'eau (photo 1).

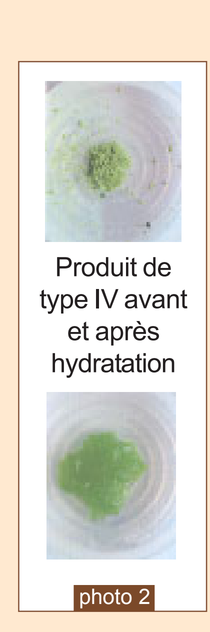


Résidu prélevé sur l'avion avant et après hydratation

photo 1

Le processus de formation de ces résidus a pu être reproduit : les fluides de type II et IV perdent 90 % de leur masse en 40 heures, par évaporation de l'eau et des glycols sous un courant d'air sec à température ambiante.

L'extrait sec formé par cette évaporation est majoritairement constitué du polymère acrylique de l'épaississant.



Produit de type IV avant et après hydratation

photo 2

Hydraté ultérieurement (par une pluie fine, par exemple) cet extrait sec produit un volume très important de gel (98 % d'eau, effet éponge - photo 2). La température de congélation de ce gel est proche de 0 °C.



Opérations de maintenance

Remarque : les procédures de maintenance attiraient l'attention sur la possibilité de présence de ce type de résidu mais leur faible épaisseur rendait difficile leur détection visuelle. Par ailleurs, la détection de l'extrait sec formé est impossible au cours d'une visite prévol avec les moyens normalement disponibles.

Enseignements

Cet incident est dû à la présence de résidus d'épaississants des fluides d'antigivrage dans les charnières entre les gouvernes de profondeur et les compensateurs de profondeur. Ces résidus, séchés puis réhydratés par la pluie et congelés au cours de la montée à des températures négatives, ont entraîné un blocage des gouvernes de profondeur.

La procédure d'inspection a été modifiée par l'exploitant après l'incident. Elle consiste à pulvériser de l'eau afin de réhydrater les éventuels résidus qui deviennent alors aisément détectables comme on le voit sur la photo 1.

L'intervalle entre les inspections a été réduit pour effectuer une vérification périodique, fonction du nombre d'applications de fluide de type II et IV.

La durée de l'inspection est d'environ trente minutes et, si des résidus sont trouvés, une procédure de nettoyage ou de dé/antigivrage en deux étapes doit être entreprise (celle-ci nécessite environ deux heures) .

Remarque : à l'heure actuelle, il n'existe pas de procédure normalisée d'inspection liée à l'utilisation de fluides d'antigivrage sur les avions garantissant la détection de résidus secs (délais entre les inspections, principe de réhydratation, méthodes de détection...).

Difficultés de contrôle sur l'axe de tangage occasionnées par de la glace autour des câbles de profondeur

Déroulement du vol

L'événement a lieu au début du mois d'avril. Après deux étapes, l'équipage d'un biturbo-propulseur doit effectuer une étape très courte à partir d'un aérodrome disposant de peu de moyens d'assistance. Une averse de neige affecte alors l'aérodrome. Elle durera approximativement une heure.

Peu avant le départ, les ailes et la cellule de l'avion sont couvertes de neige. La période hivernale étant passée, l'appareil de dégivrage n'est plus maintenu en ordre de marche depuis deux semaines. Il n'est pas possible de le remettre en œuvre rapidement car cela nécessite un préchauffage de plusieurs heures. Un retard est annoncé au service opération de la compagnie. En même temps une pression commerciale, par l'intervention d'un passager, est exercée sur l'équipage pour la réalisation de ce vol.

L'équipage recherche une solution pour déneiger l'avion. Les ailes sont déneigées à l'aide de balais. La neige est ainsi déblayée et fond rapidement. Compte tenu des limitations de l'escale, il n'y a pas non plus d'escabeau, car seul l'appareil de dégivrage en est muni. En l'absence du chef d'escale, il n'est pas

possible d'accéder à cet équipement. La méthode retenue pour déneiger le plan fixe horizontal qui se trouve à huit mètres de hauteur est de manœuvrer la gouverne de profondeur en vérifiant que de la neige s'évacue et que de l'eau s'écoule entre le plan fixe et la gouverne.

Le décollage et la montée s'effectuent normalement dans une couche nuageuse. En passant 3 000 pieds, l'équipage constate que du givre commence à se déposer sur l'avion. Le pilote automatique est activé et la montée se poursuit. Trois minutes après le décollage, l'avion est en ciel clair aux alentours du niveau 100. Après avoir commandé une modification d'assiette ayant pour effet de faire accélérer l'avion, le copilote, qui est PF, constate que la commande de profondeur recule vers lui.

L'équipage réagit en effectuant la procédure de déroulement de trim de profondeur. Une fois le pilote automatique déconnecté, la commande de profondeur s'avère difficile à manœuvrer et l'avion a tendance à monter.

L'équipage lance un message de détresse et décide de descendre au niveau 60. En effet, il savait, par l'analyse météorologique effectuée avant le vol, que l'isotherme 0 °C était à ce niveau et qu'il se retrouverait en ciel clair une fois à une vingtaine de nautiques de l'aérodrome de départ. Le choix de cette altitude pouvait donc permettre de se débarrasser d'un éventuel dépôt de givre.

Le fonctionnement normal de la commande de profondeur est effectivement récupéré aux alentours de ce niveau. La fin du vol et l'atterrissage se poursuivent sans autre incident.

Au sol, l'inspection de la chaîne de profondeur de l'avion n'a pas fait apparaître de dysfonctionnement. On ne découvre pas non plus de dépôt de glace. Les enregistreurs de vol sont déposés.

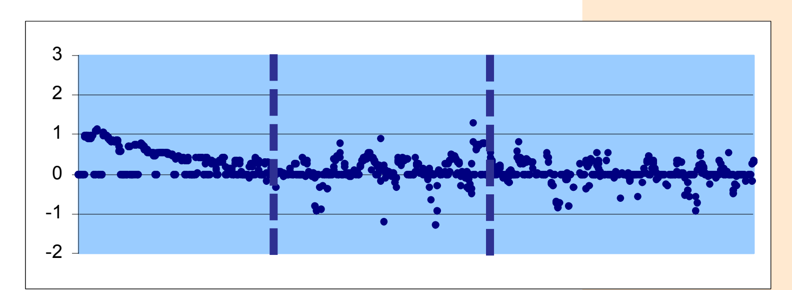
Renseignements complémentaires

Une inspection ultérieure de la zone située derrière la cloison de pressurisation a révélé la présence de débris (rivets) sur le plancher de la cellule. C'est dans cette zone que se situent les deux drains d'évacuation d'eau de cette partie de l'avion.

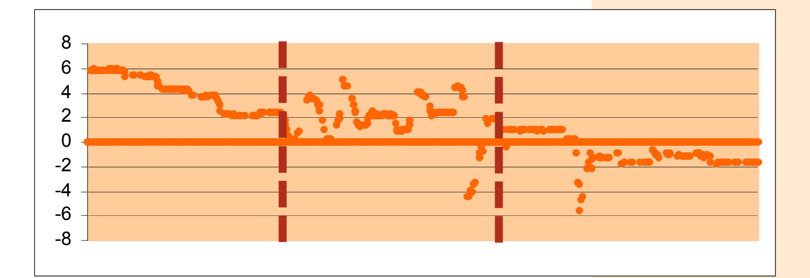
Remarque : l'installation d'un deuxième drain avait fait l'objet d'une consigne de navigabilité à la suite d'événements où la congélation d'eau stagnante avait causé le blocage des passages de câbles de la profondeur. Par ailleurs, une inspection de cette zone est prévue dans le manuel de maintenance. Il est également prévu une vérification de l'état des drains au cours de la visite avant vol.

Ci-dessous sont représentées les évolutions des paramètres FDR aux alentours de l'événement rapporté par l'équipage. L'enregistrement n'étant pas de bonne qualité, on note de nombreux points aberrants. On peut néanmoins relever les tendances des évolutions de ces paramètres.

Position de la commande de profondeur



Position du trim de profondeur



On peut identifier trois séquences distinctes illustrées sur les courbes par les séparations en pointillés :

- Dans un premier temps, on observe que la position de la commande de profondeur et celle du trim varient dans le même sens vers une diminution d'assiette. Ceci est conforme à une action du PA pour piloter l'assiette. Durant cette phase, la puissance de montée étant affichée, la vitesse augmente.

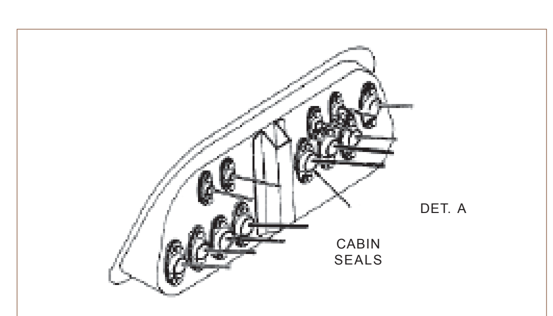
- Ensuite, et sans que l'équipage ait effectué d'action, le PA commande via le trim une action à piquer plus prononcée sans déplacement de la commande de profondeur. On observe ensuite des oscillations du trim et de la commande de profondeur. Ces oscillations se caractérisent par une opposition de phase entre le trim et la commande de profondeur, c'est-à-dire que le trim paraît agir en premier, suivi par un ordre opposé de la commande de profondeur.

- La troisième phase se caractérise par une stabilisation relative du trim alors qu'on observe des oscillations de la commande de profondeur autour du neutre. Un déplacement rapide du

trim vers la position à piquer intervient ensuite, immédiatement suivi d'un retour vers une position légérement négative.

L'interprétation du mouvement de recul de la commande de profondeur et de la sensation de dureté aux commandes peut se faire en faisant appel à un scénario établi après des travaux conduits avec le constructeur et l'exploitant. Sur la base des paramètres, des caractéristiques du système et des actions rapportées ou supposées de l'équipage (compte tenu des procédures et pratiques) et d'inspections ultérieures effectuées sur l'avion l'événement peut s'expliquer de la manière suivante :

- Le phénomène est apparu alors que la vitesse était en évolution de 170 kts vers 200 kts.



Passage des câbles des commandes de vol au niveau de la cloison de pressurisation arrière.

- Le pilote automatique était activé dans un mode de maintien d'assiette. A un moment qui n'a pu être identifié avec certitude le PA a été déconnecté. Pour exercer le contrôle en tangage, le PA commande, à l'aide de moteurs électriques, une position de la commande de profondeur, immédiatement suivie par une compensation du trim.

La neige recouvrant l'avion avant le départ était fort probablement lourde et collante. Elle adhérait notamment au fuselage et par conséquent à l'empennage horizontal. La température extérieure augmentant avant le décollage, la neige s'est transformée en eau qui a pénétré dans le caisson de dérive, vraisemblablement par le panneau de mise à l'air libre.

Cette eau n'a pas pu s'échapper totalement avant le décollage par les drains prévus à cet effet, car cette zone de l'avion était plus ou moins recouverte de débris.

La montée en condition givrante a conduit à la congélation de cette eau stagnante. Les phénomènes de friction au niveau du passage des câbles ont pu engendrer des efforts importants sur la commande de profondeur. Ainsi, le PA a pu connaître un fonctionnement anormal, avec notamment des difficultés pour stabiliser l'avion, ce qui a conduit aux oscillations observées dans la phase 2. Constatant les mouvements inhabituels de la commande de profondeur, l'équipage a déconnecté le PA et a appliqué la procédure déroulement de trim. Les efforts importants ressentis aux commandes peuvent également être liés à cette friction anormale.

Enseignements

La descente vers une altitude où la température était positive explique l'arrêt du phénomène.

Le facteur prépondérant de cet événement est le dégivrage incomplet de l'avion. Le contexte a conduit le commandant de bord à entreprendre le vol malgré une incertitude concernant l'état de la surface du plan horizontal. Il était possible de retrouver des conditions de vol en dessous de l'ISO 0 °C. Cependant, la manifestation de phénomènes inattendus a mis les pilotes dans une situation de stress important.

La présence de débris à proximité des drains a contribué à la rétention d'eau. Les possibles conséquences d'une obstruction montrent l'importance de la vigilance autour de ces éléments.

L'exploitant a pris les mesures suivantes à la suite de l'incident :

- La période de disponibilité du dégivrage à cette escale a été prolongée jusqu'à la fin du mois d'avril.
- Un moyen de vérification de l'état de la profondeur a été mis en place dans toutes les escales.
- Une information et un approfondissement des connaissances sur le givrage et le dégivrage ont été dispensés aux équipages.

Ministère de l'Equipement, des Transports, du Logement, du Tourisme et de la Mer
Bureau d'Enquêtes et d'Analyses pour la sécurité de l'aviation civile
Directeur de la publication : Paul-Louis Arslanian
Responsable de la rédaction : Pierre Jouniaux - Conception-réalisation : division communication
e-mail : incidents@bea.aero